SNI 6918:2002
Edisi 2017

Standar Nasional Indonesia

Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)

ICS 29.240.20

Badan Standardisasi Nasional

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata ii
1 Ruang lingkup 1
3 Istilah dan definisi 2
4 Persyaratan umum 4
5 Persyaratan khusus 5
Bibliografi 16

Gambar 1: Penampang memanjang ruang bebas 10
Gambar 2 : Pandangan atas ruang bebas 11
Gambar 3 : Ruang bebas SUTT 66 kV dan 150 kV menara 12
Gambar 4 : Ruang bebas SUTT 66 kV dan 150 kV tiang baja 13
Gambar 5 : Ruang bebas SUTT 275 kV dan 500 kV sirkit ganda 14
Gambar 6 : Ruang bebas SUTT 275 kV dan 500 kV sirkit tunggal 15

Tabel 1 Jarak bebas minimum impuls petir 6
Tabel 2 Jarak bebas minimum impuls switsing untuk SUTET 6
Tabel 3 Ambang batas pemaparan medan listrik dan medan magnet 50/60Hz 7
Tabel 4 Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor (C) 8
Tabel 5 Jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara / tiang 9

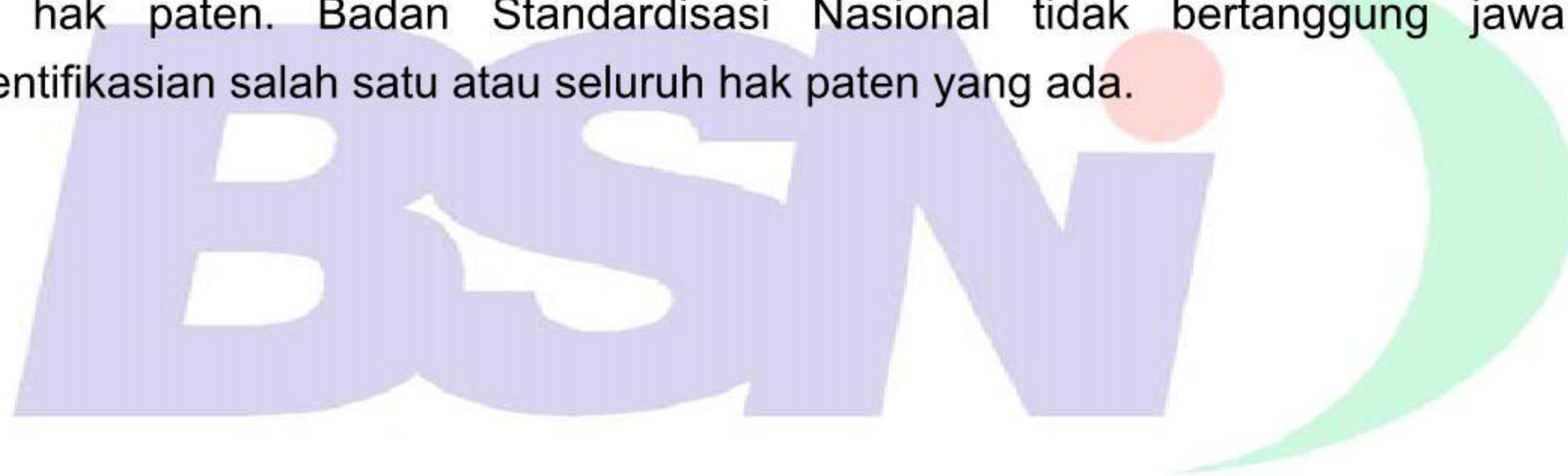
Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 6918:2002 Edisi 2017 dengan judul Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum pads Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET), merupakan SNI penetapan kembali dari SNI 04-6918-2002.

Standar ini merupakan hasil kaji ulang yang dilaksanakan oleh Komite Teknis Jaringan Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik (29-04) terhadap SNI 04-6918-2002 dengan rekomendasi tetap, dan disampaikan ke Badan Standardisasi Nasional pada tanggal 18 September 2017.

Untuk kepentingan pengguna, standar ini telah diberikan beberapa perbaikan sebagai berikut:

- Penyesuaian penulisan SNI mengacu ketentuan terkini mengenai penulisan SNI (Peraturan Kepala BSN No. 4 Tahun 2016).

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen Standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)

1 Ruang lingkup

Standar ini berlaku sebagai pedoman untuk menetapkan ruang betas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET).

Standar ini berlaku untuk SUTT dengan tegangan nominal 66 kV dan 150 kV serta SUTET dengan tegangan nominal 275 kV dan 500 kV di Indonesia, baik dengan menggunakan menara baja maupun tiang baja/Beton.

2 Acuan normatif

Standar ini menggunakan dokumen acuan dan dokumen pembanding sebagai berikut :

SNI 04-0227-1994, *Tegangan standar.*

IEC 60033, Amendment 2:1997, *IEC standard voltages.*
IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules.*
IEC 60071-2:1993, *Insulation co-ordination - Part 2: Application guide.*

IEC 1089:1991*, Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductor;.*

IRPA/INIRC Guidelines, *Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields,* 1989.

HD 637 51 (Harmonization Document), *Power installation exceeding 1 kV a.c.,* CENELEC, 1999.

French Standard NF C 13-200, *High voltage electrical installations - Rules,* 1989.

ANSI C2 - 1997, *National Electrical Safety Code (NESC).*

SPLN 67-1A : 1986, *Kondisi spesifik Indonesia - Bagian satu : A. Kondisi alam.*

SPLN 121 : 1996, *Konstruksi saluran udara tegangan tinggi 70 kV dan 150 kV dengan tiang beton/baja.*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini sebagai berikut:

3.1
Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)
saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang (konduktor) di udara bertegangan nominal di atas 35 kV sampai dengan 230 kV

3.2
Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)
saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang (konduktor) di udara bertegangan nominal di atas 230 kV atau mempunyai tegangan tertinggi untuk perlengkapan di atas 245 kV.

3.3
jarak bebas minimum vertikal dari konduktor
jarak terpendek secara vertikal antara konduktor SUIT atau SUTET dengan permukaan bumi atau benda di atas permukaan bumi yang tidak boleh kurang dari jarak yang telah ditetapkan demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya serta keamanan Operasi SUTT dan SUTET

3.4
jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang
jarak terpendek secara horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang ke bidang vertikal ruang bebas; bidang vertikal tersebut sejajar dengan sumbu vertikal menara/tiang dan konduktor

3.5
ruang bebas
ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal dan horizontal di sekeliling dan di sepanjang konduktor SUTT atau SUTET di mana tidak bOleh ada benda di dalamnya demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya serta keamanan operasi SUTT dan SUTET

3.6
lapangan terbuka atau daerah terbuka
kawasan di mana:

- tidak terdapat tanaman/tumbuhan dan benda lainnya, atau
- terdapat tanaman/tumbuhan dan benda lainnya yang tingginya tidak melebihi 4 (empat) meter.

3.7
daerah dengan keadaan tertentu
kawasan yang sacara permanen atau .tau sementara dipergunakan untuk sarana pelayanan umum maupun khusus yang memerlukan ruang dengan tinggi di atas permukaan bumi lebih dari 4 (empat) meter, antara lain: daerah perumahan, daerah industri/pabrik, daerah pertokoan, pasar, terminal bus/angkutan umum, perkantoran, gudang, lapangan umum, tanaman/tumbuhan, hutan, perkebunan, lalu-lintas jalan/jalan raya, rel kereta biasa, konduktor kereta listrik, lalu-lintas air, instalasi lain seperti jembatan besi, rangka besi penahan, saluran udara tegangan rendah (SUTR), saluran udara tegangan menengah (SUTM), SUTT, SUTET, saluran udara telekomunikasi, antena radio, antena televisi

3.8
lapangan umum
kawasan terbuka yang sewaktu-waktu digunakan untuk kegiatan dengan menggunakan benda setinggi antara 4 (empat) meter sampai dengan 8 (delapan) meter

3.9
bangunan
semua Janis bangunan dengan tinggi lebih dari 4 (empat) meter

3.10
permukaan bumi
permukaan tertinggi dari bumi itu sendiri, permukaan re! kereta api, permukaan jalan dan permukaan air tertinggi pada saal pasang atau banjir, yang dipergunakan sebagai patokan untuk menetapkan jarak bebas minimum

3.11
tanaman/ tumbuhan
semua jenis tumbuhan dengan tinggi lebih dari 4 (ernpat) meter

3.12
sirkit tunggal
sirkit yang mempunyai sistem fase tiga dengan tiga buah konduktor atau tiga buah bundel konduktor fase, konfigurasi horizontal

3.13
sirkit ganda
sirkit yang mempunyai dua sistem fase tiga, yang masing-masing sirkit terdiri atas tiga buah konduktor atau tiga buah bundel konduktor fase, konfigurasi vertikal

3.14
konfigurasi konduktor
bentuk susunan konduktor fase, yaitu posisi tegak (vertikal) atau mendatar (horizontal)

3.15
jarak gawang dasar
jarak horizontal antar dua menara atau tiang dengan persyaratan desain tertentu yang menghasilkan biaya konstruksi saluran (SUTT atau SUTET) yang paling ekonomis.

4 Persyaratan umum

4.1 Dasar penetapan ruang babas

Ruang bebas ditetapkan dengan mempertimbangkan :

a. jarak konduktor dari sumbu vertikal menara/tiang;
b. jarak horizontal akibat ayunan *(swing)* konduktor pada kecepatan angin 15 m/detik (sudut ayunan 20^0);
c. jarak bebas impuls petir untuk SUTT (i hat -label 1) atau jarak bebas impuls switsing untuk SUTET (lihat Tabel 2)
d. jarak bebas minimum vertikal dari konduktor;
e. lendutan konduktor didasarkan pada suhu konduktor maksirnum (80°C untuk ACSR - konduktor alumunium berpenguat baja).
   Lendutan (sag) konduktor antara dua menara/tiang ditentukan oleh berat konduktOr, jarak gawang *(span)* dari kuat tarik konduktor. Untuk menghitung lendutan digunakan rumus :

$$D = \frac{WS^2}{8T}$$

dengan:

D	=	lendutan (m)
W	=	berat konduktor per satuan panjang (kg/m)
S	=	jarak gawang (m)
T	=	kuat tarik konduktor pada suhu 80°C (kg)

4.2 Dasar penetapan jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT

Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT ditetapkan dengan mempertimbangkan :

a. lendutan konduktor didasarkan pada suhu konduktor maksirnum (80°C untuk ACSR - konduktor alumunium berpenguat baja); Lendutan konduktor antara dua menara/tiang ditentukan sesuai butir 4.1e.
b. konduktor dengan jenis sesuai IEC 1089: Al/S2A atau A1/S2B (ACSR), atau Al/SA1A (ACSR/AS) berukuran 125 mm² - 26/7 sampai dengan 450 mm² - 54/7;
c. lendutan maksimum diukur pada tengah gawang;

d. jarak gawang dasar SUIT 66 kV menara baja: 300 m;
jarak gawang dasar SUTT 66 kV tiang baja: 160 m;
jarak gawang dasar SUTT 66 kV tiang beton: 60 m;
jarak gawang dasar SUTT 150 kV menara baja: 350 m;
jarak gawang dasar SUIT 150 kV tiang baja: 200 m;
jarak gawang dasar SUTT 150 kV tiang beton: 80 m.

4.3 Dasar penetapan Jarak babas minimum vertikal dari konduktor pada SUTET

Jarak babas minimum vertikal dari konduktor pada SUTET ditetapkan dengan mempertimbangkan :

a. persyaratan keselamatan dari medan listrik dan medan magnet yang ditetapkan oleh IRPA/ INIRC, (lihat Tabel 3);
b. obyek berjarak 1 m di atas bumi (untuk jarak bebas minirnurn vertikal ke bumi);
c. SUTET 275 kV sirkit ganda menggunakan bundel konduktor: 2 x Al/S2A atau 2 x A1/S2B (ACSR), atau 2 x Al/SA1A (ACSR/AS) Lerukuran 250 mm^2 — 26/7 sampai dengan 450 mm^2 — 54/7 dengan spasi 40 cm;
d. SUTET 500 kV sirkit tunggal dan ganda menggunakan bundel konduktor: 4 x Al/S2A atau 4 x A1/S2B (ACSR), atau 4 x Al/SA1A (ACSR/AS) berukuran 250 mm^2 — 26/7 sampai dengan 450 mm^2 — 54/7 dengan spasi 45 cm;
e. jarak gawang dasar SUTET 275 kV: 400 m, jarak gawang dasar SUTET 500 kV: 450 m;
f. susunan fase secara vertikal untuk sirkit ganda pada SUTET 275 kV dan 500 kV;
g. jarak antar sirkit pada SUTET 275 kV sirkit ganda: 11,6 m;
jarak antar sirkit pada SUTET 500 kV sirkit ganda: 14,6 m;
jarak antar fase pada SUTET 500 kV sirkit tunggal: 12 m.

4.4 Jarak babas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT dan SUTET

Jarak bebas minimurn vertikal dari konduktor pada SUTT dan SUTET dapat dilihat pada Tabel 4.

4.5 Jarak babas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang pada SUTT dan SUTET

Jarak babas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang pada SUTT dan SUTET dapat di!ihat pada Tabel 5.

4.6 Ruang babas pada SUTT dan SUTET

Ruang babas pada SUTT dan SUTET dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 6.

5 Persyaratan khusus

Standar ini berdasarkan parameter yang terbanyak dipakal di Indonesia.

Untuk kondisi tertentu dan/atau kondisi khusus yang parameternya berbeda dengan parameter persyaratan umum (antara lain: tegangan nominal, bentuk menara/tiang, Jenis

atau ukuran konduktor, jumlah sirkit, susunan fase, susunan sirkit) perlu perhitungan dan persyaratan tersendiri.

Tabel 1 Jarak bebas minimum impuls petir

Tegangan nominal (kV) (nilai efektif)	Tegangan tertinggi untuk perlengkapan (kV) (nilai efektif)	Tegangan ketahanan impuls petir standar (kV) (nilai puncak)	Jarak bebas minimum (mm)	
			Struktur ke batang	Struktur ke konduktor
66	72,5	325	630	630
150	170	750	1500	1500

Tabel 2 Jarak bebas minimum impuls switsing untuk SUTET

Tegangan nominal (kV) (nilai efektif)	Tegangan tertinggi untuk perlengkapan (kV) (nilai efektif)	Tegangan ketahanan impuls switsing standar fase ke bumi (kV) (nilai puncak)	Jarak bebas minimum fase ke bumi (mm)	
			Struktur ke batang	Struktur ke konduktor
275	300	850	2400	1800
500	525	1175	4100	3100

Tabel 3 Ambang batas pemaparan medan listrik dan medan magnet 50/60Hz

Karakteristik pemaparan	Kuat medan listrik kV/m (efektif)	Kuat medan magnit (kerapatan fluks magnet) mT (efektif)
Yang berhubungan dengan pekerjaan		
Seluruh hari kerja	10	0,5
Jangka pendek	30 [a]	5 [b]
Hanya pada lengan	-	25
Yang berhubungan dengan masyarakat umum		
Sampai dengan 24 jam/hari [c]	5	0,1
Beberapa jam/hari [d]	10	1

[a] Durasi pemaparan medan antara 10 dan 30 kV/m dapat dihitung dari rumus $t \leq 80/E$, dengan t adalah durasi dalam jam per hari kerja dan E adalah kuat medan listrik dalam kV/m.
[b] Durasi pemaparan maksimum adalah 2 jam per hari kerja.
[c] Pembatasan ini berlaku untuk ruang terbuka dimana anggota masyarakat umum dapat secara wajar menghabiskan sebagian besar waktu salama satu hari, seperti misalnya kawasan rekreasi, lapangan untuk bertemu dan lain-lain semacam itu.
[d] Nilai kuat medan listrik dan kuat medan magnet dapat dilampaui untuk durasi beberapa menit/hari asalkan diambil tindakan pencegahan untuk mencegah efek kopling tak langsung

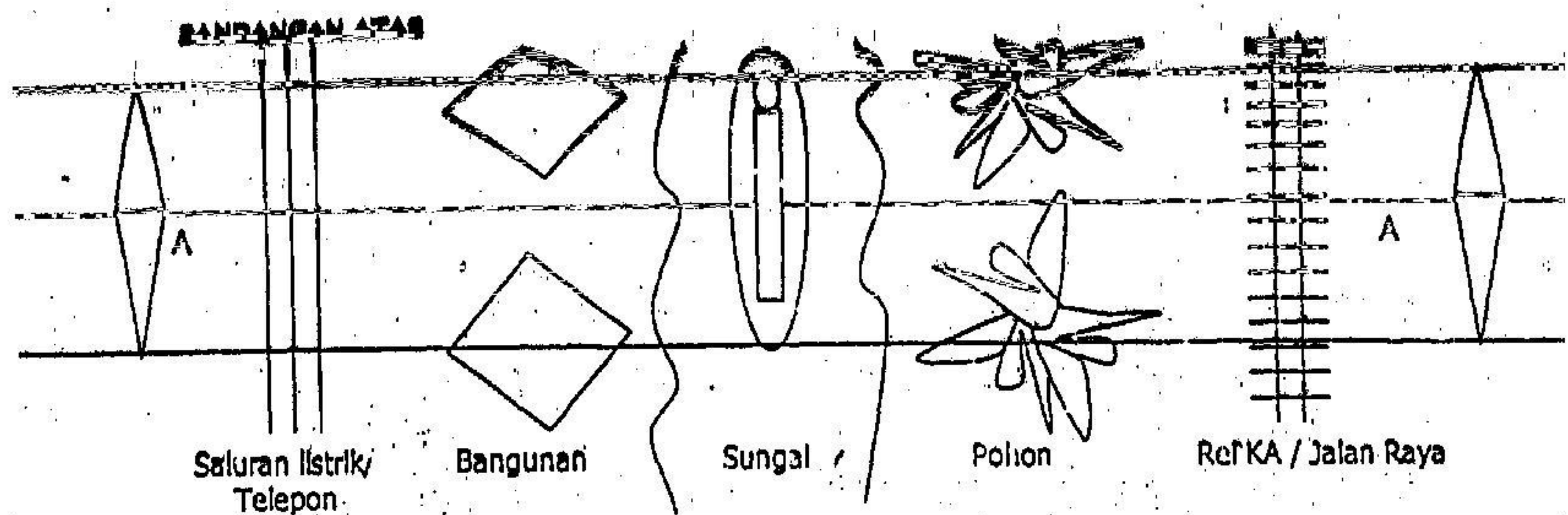
Tabel 4 Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor (C)

No.	Lokasi	SUTT		SUTET	
		66 kV (m)	150 kV (m)	275 kV (m)	500 kV (m)
1	Lapangan terbuka atau daerah terbuka [a]	7,5	8,5	10,5	12,5
2 2.1	Daerah dengan keadaan tertentu	4,5	5,0	7,0	9,0
2.2	Bangunan, jembatan [b] Tanaman / tumbuhan, hutan	4,5	5,0	7,0	9,0
2.3	Perkebunan [b]	8,0	9,0	11,0	15,0
2.4	Jalan / jalan raya / rel kereta api [a]	12,5	13,5	15,0	18,0
2.5	Lapangan umum [a] SUTT lain, saluran udara tegangan rendah (SUTR), saluran udara tegangan menengah (SUTM), saluran udara komunikasi, antenna dan kereta gantung [b]	3,0	4,0	5,0	8,5
2.6	Titik tertinggi tiang kapal pada kedudukan air pasang / tertinggi pada lalu lintas air [b]	3,0	4,0	6,0	8,5

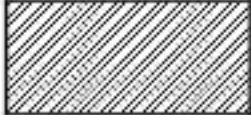
[a] Jarak bebas minimum vertikal dihitung dari permukaan bumi atau permukaan jalan / rel

[b] Jarak bebas minimum vertikal dihitung sampai titik tertinggi / terdekatnya

Tabel 5 Jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara / tiang

No	Saluran udara	Jarak dari sumbu vertikal menara / tiang ke konduktor *L* (m)	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor *H* (m)	Jarak bebas impuls petir (untuk SUTT) atau jarak bebas impuls switsing (untuk SUTET) *I* (m)	Total L + H + I (m)	Pembulatan (m)
1	SUTT 66 kV tiang baja	1,80	1,37	0,63	3,80	4,00
2	SUTT 66 kV tiang beton	1,80	0,68	0,63	3,11	4,00
3	SUTT 66 kV menara	3,00	2,74	0,63	6,37	7,00
4	SUTT 150 kV tiang baja	2,25	2,05	1,50	5,80	6,00
5	SUTT 150 kV tiang beton	2,25	0,86	1,50	4,61	5,00
6	SUTT 150 kV menara	4,20	3,76	1,50	9,46	10,00
7	SUTT 275 kV sirkit ganda	5,80	5,13	1,80	12,73	13,00
8	SUTT 500 kV sirkit tunggal	12,00	6,16	3,10	21,26	22,00
9	SUTT 500 kV sirkit ganda	7,30	6,16	3,10	16,56	17,00

Potongan : a – a

Gambar 1: Penampang memanjang ruang bebas

Keterangan :

(arsir)	:	Penampang memanjang ruang bebas
I	:	Jarank dari sumbu vertikal menara / tiang ke konduktor
H	:	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
L	:	Jarak bebas impuls petir (untuk SUTT) atau jarak bebas impuls switsing (untuk SUTET)

Gambar 2 : Pandangan atas ruang bebas

Keterangan:

(arsiran)	:	Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
L	:	Jarank dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
H	:	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
I	:	Jarak bebas impuls petir
C	:	Jarak bebas minimum vertikal
D	:	Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

Gambar 3 : Ruang bebas SUTT 66 kV dan 150 kV menara

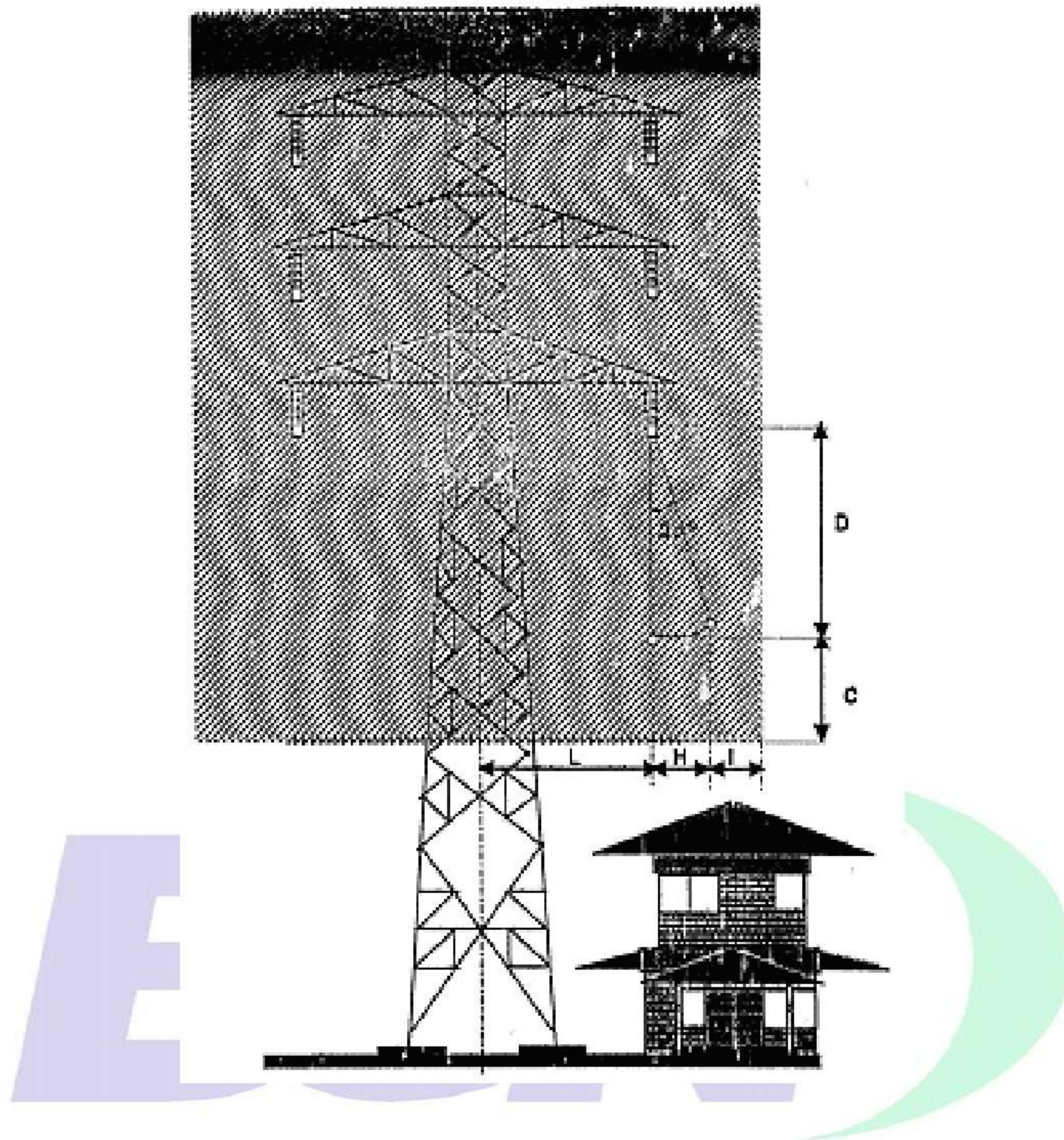
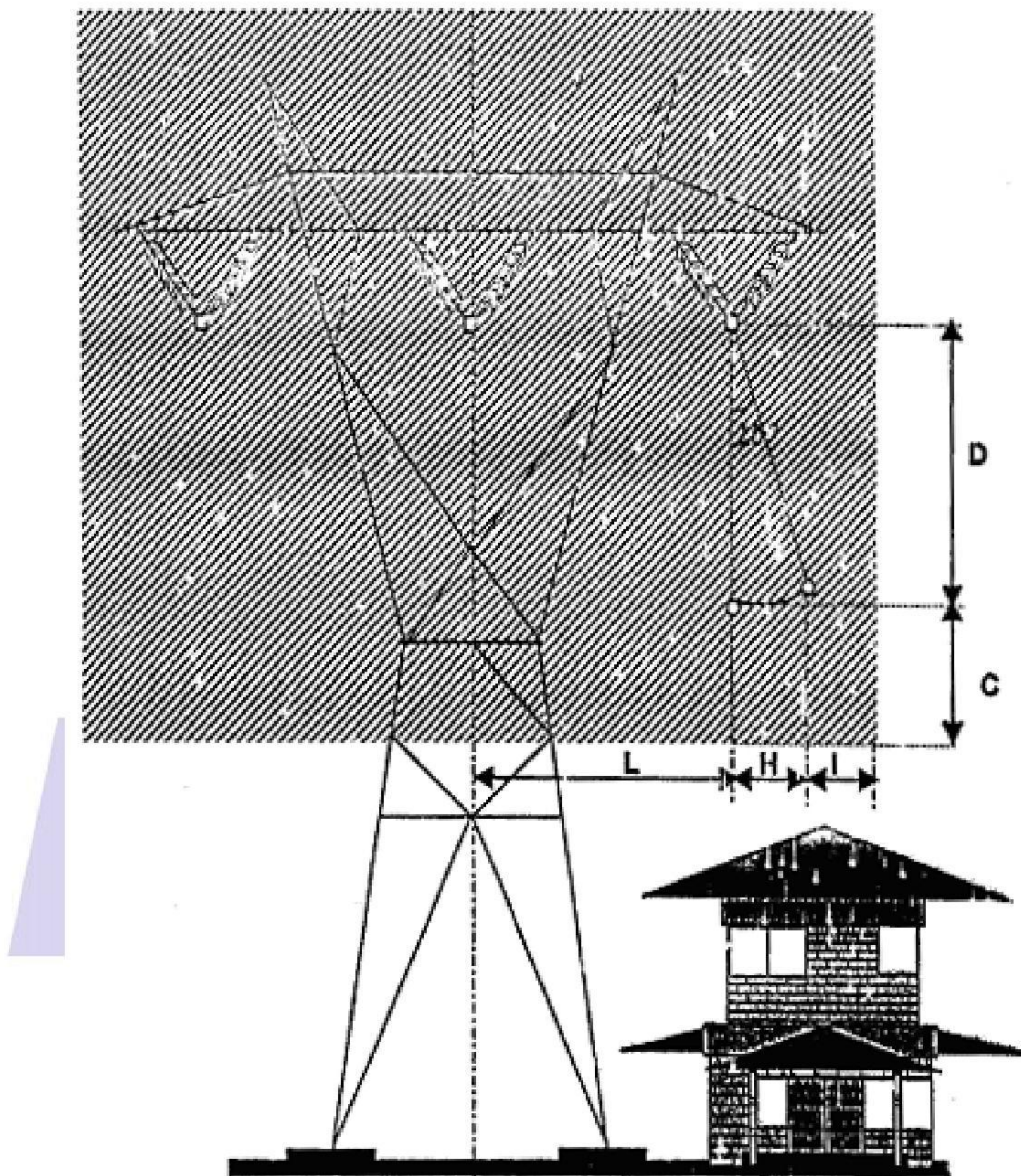
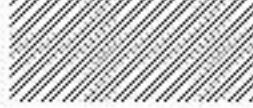
Keterangan:

(arsiran)	:	Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
L	:	Jarank dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
H	:	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
I	:	Jarak bebas impuls petir
C	:	Jarak bebas minimum vertikal
D	:	Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

Gambar 4 : Ruang bebas SUTT 66 kV dan 150 kV tiang baja

Keterangan:

(arsiran)	:	Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
L	:	Jarank dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
H	:	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
I	:	Jarak bebas impuls petir
C	:	Jarak bebas minimum vertikal
D	:	Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

Gambar 5 : Ruang bebas SUTT 275 kV dan 500 kV sirkit ganda

Keterangan:

	:	Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
L	:	Jarank dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
H	:	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
I	:	Jarak bebas impuls petir
C	:	Jarak bebas minimum vertikal
D	:	Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

Gambar 6 : Ruang bebas SUTT 275 kV dan 500 kV sirkit tunggal

Bibliografi

[1] K. Nakajima, Design manual of overhead transmission lines, Nippon Koei Co. Ltd., 1987. The New Japan Engineering Consultants Inc., East Java Transmission Lines And Substation Project, Text for intensive lecture on transmission lines (overhead lines), 1989. Merz and McLellan Ltd., PT Encona Engineering Inc., Java 504 kV Transmission System - Engineering Report, 1980.

[2] Merz and McLellan Ltd., Lahmeyer International GmbH, PT Connusa Energindo, Engineering Services 275 kV Power Transmission Line Lubuk Linggau - Bukit Asam Asian Development Bank Power XXlll, Volume I, design Report, 1995.

[3] EPRI, Transmission Line Reference Book, 345 kV and above, Second edition, Revised, 1987.

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek perumus SNI
Komite Teknis 29-04 Jaringan Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Sriwidjojo
Sekretaris : Suwarno
Anggota :
1. Indra Tjahja Pracoyo
2. Sahala Turnip
3. A.M. Simorangkir
4. Sugeng Prahoro
5. Achmad Mulyadi
6. Aat Rusiadi
7. Tri Mursal

[3] Konseptor rancangan SNI
Gugus kerja Komite Teknis 29-04 Jaringan Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI
Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral